

# SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

**Publication number:** JP2003045890 (A)

**Publication date:** 2003-02-14

**Inventor(s):** YAMAZAKI SHUNPEI; TAKAYAMA TORU

**Applicant(s):** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

**Classification:**

- international: G02F1/1333; G02F1/1368; G09F9/00; G09F9/30; G09F9/35; H01L21/02; H01L21/20; H01L21/268; H01L21/336; H01L21/77; H01L21/84; H01L27/08; H01L27/12; H01L27/32; H01L29/786; G02F1/1362; G02F1/13; G09F9/00; G09F9/30; G09F9/35; H01L21/02; H01L21/70; H01L27/08; H01L27/12; H01L27/28; H01L29/66; (IPC1-7): H01L21/336; G02F1/1333; G02F1/1368; G09F9/00; G09F9/30; G09F9/35; H01L21/20; H01L21/268; H01L27/08; H01L27/12; H01L29/786

- European: H01L29/786S; H01L21/77T; H01L27/12; H01L29/786A

**Application number:** JP20010234293 20010801

**Priority number(s):** JP20010234293 20010801

**Also published as:**

US2003047732 (A1)

US7180091 (B2)

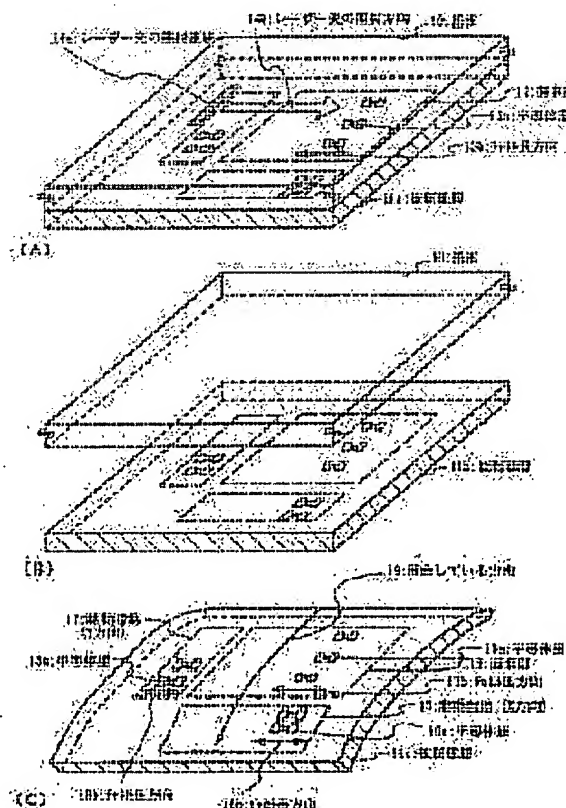
US2007085138 (A1)

US2007085138 (A1)

US7442957 (B2)

## Abstract of JP 2003045890 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor device for which a layer to be peeled off is stuck to the base material having a curved surface, and a manufacturing method; and to especially provide a display having a curved surface, a light emitting device provided with an OLED stuck to the base material having the curved surface to put it concretely, and a liquid crystal display device stuck to the base material having the curved surface. **SOLUTION:** At the time of forming a layer to be peeled off including an element on a substrate, all the channel length directions of regions functioning as the channels of the element are arranged in the same direction, irradiation with a laser beam scanning in the same direction as the channel length direction is performed and the element is completed.; Then, further, it is stuck to the base material having the curved surface curved in the direction different from the channel length direction, that is a channel width direction, and the display having the curved surface is realized.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(11)特許出願公開番号

特開2003-45890

(P 2003-45890A)

(43)公開日 平成15年2月14日(2003.2.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード	(参考)
H01L 21/336		G02F 1/1333	500	2H090
G02F 1/1333	500	1/1368		2H092
1/1368		G09F 9/00	348	C 5C094
G09F 9/00	348	9/30	308	A 5F048
9/30	308		338	5F052
<div> <div>審査請求</div> <div>未請求</div> <div>請求項の数16</div> <div>O L</div> <div>(全15頁)</div> <div>最終頁に続く</div> </div>				

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全15頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-234293(P 2001-234293)

(22)出願日 平成13年8月1日(2001.8.1)

(71)出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72)発明者 山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(72)発明者 高山 徹

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

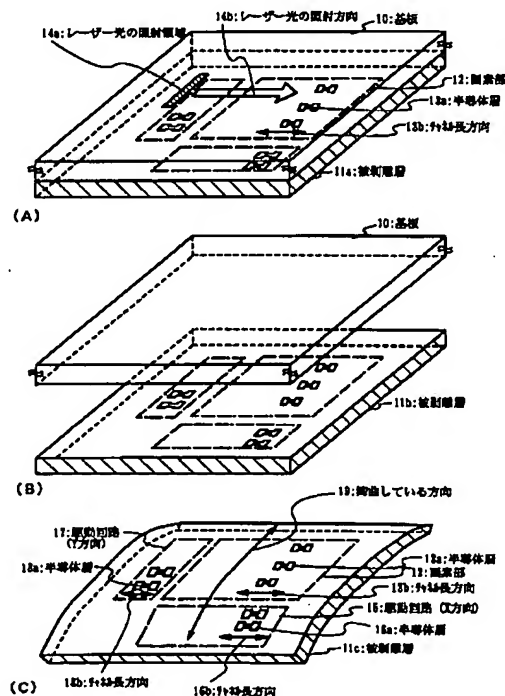
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、曲面を有する基材に被剥離層を貼りつけた半導体装置およびその作製方法を提供することを課題とする。特に、曲面を有するディスプレイ、具体的には曲面を有する基材に貼りつけられたOLEDを有する発光装置、曲面を有する基材に貼りつけられた液晶表示装置の提供を課題とする。

【解決手段】本発明は、基板上に素子を含む被剥離層を形成する際、素子のチャネルとして機能する領域のチャネル長方向を全て同一方向に配置し、該チャネル長方向と同一方向に走査するレーザー光の照射を行い、素子を完成させた後、さらに、前記チャネル長方向と異なっている方向、即ちチャネル幅方向に湾曲した曲面を有する基材に貼り付けて曲面を有するディスプレイを実現するものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】凸状または凹状に湾曲した曲面を有する基材上に、複数の薄膜トランジスタが設けられ、該複数の薄膜トランジスタのチャンネル長方向は全て同一方向に配置され、且つ、前記チャンネル長方向は、前記基材の湾曲している方向とは異なっていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】凸状または凹状に湾曲した曲面を有する基材上に、画素部と駆動回路部が設けられ、前記画素部に設けられた薄膜トランジスタのチャンネル長方向と、前記駆動回路部に設けられた薄膜トランジスタのチャンネル長方向は同一方向に配置され、且つ、前記チャンネル長方向は、前記基材の湾曲している方向とは異なっていることを特徴とする半導体装置。

【請求項3】請求項1または請求項2において、前記チャンネル長方向は、前記薄膜トランジスタの半導体層に照射されたレーザー光の走査方向と同一方向であることを特徴とする半導体装置。

【請求項4】請求項1乃至3のいずれかにおいて、前記湾曲している方向と前記チャンネル長方向は直交していることを特徴とする半導体装置。

【請求項5】凸状または凹状に湾曲した曲面を有する基材上に、複数の薄膜トランジスタが設けられ、該複数の薄膜トランジスタのチャンネル幅方向は全て同一方向に配置され、且つ、前記チャンネル幅方向は、前記基材の湾曲している方向と同一方向であることを特徴とする半導体装置。

【請求項6】曲率を持つ方向と曲率を持たない方向とを有する曲面を備えた基材表面上に設けられた複数の薄膜トランジスタのチャンネル長方向は全て同一方向に配置され、且つ、前記チャンネル長方向と曲率を持たない方向とが同一方向であることを特徴とする半導体装置。

【請求項7】請求項6において、前記チャンネル長方向は、前記薄膜トランジスタの半導体層に照射されたレーザー光の走査方向と同一方向であることを特徴とする半導体装置。

【請求項8】凸状または凹状に湾曲することが可能な基材上に、複数の薄膜トランジスタが設けられ、該複数の薄膜トランジスタのチャンネル長方向は全て同一方向に配置され、且つ、前記基材が湾曲する方向は、前記チャンネル長方向と異なっていることを特徴とする半導体装置。

【請求項9】請求項8において、前記チャンネル長方向は、前記薄膜トランジスタの半導体層に照射されたレーザー光の走査方向と同一方向であることを特徴とする半導体装置。

【請求項10】請求項8または請求項9において、前記湾曲する方向と前記チャンネル長方向は直交していることを特徴とする半導体装置。

【請求項11】基板上に素子を含む被剥離層を形成する工程と、前記素子を含む被剥離層に支持体を接着した

後、該支持体を基板から物理的手段により剥離する工程と、

前記素子を含む被剥離層に転写体を接着し、前記支持体と前記転写体との間に前記素子を挟む工程とを有する半導体装置の作製方法であって、前記素子は、絶縁膜を間に挟んでゲート電極と重なる半導体層をチャンネルとする薄膜トランジスタであり、前記半導体層を形成する工程は、前記チャンネルのチャンネル長方向と同一方向で走査するレーザー光の照射を行う処理を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項12】請求項11において、前記薄膜トランジスタは複数設けられ、且つ、該複数の薄膜トランジスタのチャンネル長方向は全て同一方向に配置されていることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項13】請求項11または請求項12において、前記支持体は対向基板であって、前記素子は画素電極を有しており、該画素電極と、前記対向基板との間には液晶材料が充填されていることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項14】請求項11または請求項12において、前記支持体は封止材であって、前記素子は発光素子であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項15】請求項11乃至14のいずれかにおいて、前記支持体は、凸状または凹状に湾曲した曲面を有し、湾曲している方向と前記チャンネル長方向は異なっていることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項16】請求項11乃至15のいずれかにおいて、前記転写体は、凸状または凹状に湾曲した曲面を有し、湾曲している方向と前記チャンネル長方向は異なっていることを特徴とする半導体装置の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、剥離した被剥離層を基材に貼りつけて転写させた薄膜トランジスタ（以下、TFTという）で構成された回路を有する半導体装置およびその作製方法に関する。例えば、液晶モジュールに代表される電気光学装置やELモジュールに代表される発光装置、およびその様な装置を部品として搭載した電子機器に関する。

【0002】なお、本明細書中において半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指し、電気光学装置、発光装置、半導体回路および電子機器は全て半導体装置である。

## 【0003】

【従来の技術】近年、絶縁表面を有する基板上に形成された半導体薄膜（厚さ数〜数百nm程度）を用いて薄膜トランジスタ（TFT）を構成する技術が注目されている。薄膜トランジスタはICや電気光学装置のような電子デバイスに広く応用され、特に画像表示装置のスイッチング素子として開発が急がれている。近年、絶縁表面

を有する基板上に形成された半導体薄膜（厚さ数～数百nm程度）を用いて薄膜トランジスタ（TFT）を構成する技術が注目されている。薄膜トランジスタはICや電気光学装置のような電子デバイスに広く応用され、特に画像表示装置のスイッチング素子として開発が急がれている。

【0004】このような画像表示装置を利用したアプリケーションは様々なものが期待されているが、特に携帯機器への利用が注目されている。現在、ガラス基板や石英基板が多く使用されているが、割れやすく、重いという欠点がある。また、大量生産を行う上で、ガラス基板や石英基板は大型化が困難であり、不向きである。そのため、可撓性を有する基板、代表的にはフレキシブルなプラスチックフィルムの上にTFT素子を形成することが試みられている。

【0005】しかしながら、プラスチックフィルムの耐熱性が低いためプロセスの最高温度を低くせざるを得ず、結果的にガラス基板上に形成する時ほど良好な電気特性のTFTを形成できないのが現状である。そのため、プラスチックフィルムを用いた高性能な発光素子や液晶表示装置は実現されていない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】もし、プラスチックフィルム等の可撓性を有する基板の上に有機発光素子（OLED：Organic Light Emitting Device）が形成された発光装置や、液晶表示装置を作製することができれば、厚みが薄く軽量であるということに加えて、曲面を有するディスプレイや、ショーウィンドウ等などにも用いることができる。よって、その用途は携帯機器のみに限られず、応用範囲は非常に広い。

【0007】本発明は、曲面を有する基材に被剥離層を貼りつけた半導体装置およびその作製方法を提供することを課題とする。特に、曲面を有するディスプレイ、具体的には曲面を有する基材に貼りつけられたOLEDを有する発光装置、曲面を有する基材に貼りつけられた液晶表示装置の提供を課題とする。

【0008】また、本発明は、フレキシブルなフィルム（湾曲することが可能なフィルム）にTFTを代表とする様々な素子（薄膜ダイオード、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子やシリコン抵抗素子）を貼りつけた半導体装置およびその作製方法を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、基板上に素子を含む被剥離層を形成する際、素子のチャンネルとして機能する領域のチャンネル長方向を全て同一方向に配置し、該チャンネル長方向と同一方向に走査するレーザー光の照射を行い、素子を完成させた後、さらに、前記チャンネル長方向と異なっている方向、即ちチャンネル幅方向に湾曲した曲面を有する基材に貼り付けて曲面を有するディス

プレイを実現するものである。なお、被剥離層を曲面を有する基材に貼り合わせた場合には、基材の曲面に沿って被剥離層も曲げられることとなる。本発明は、素子のチャンネル長方向が全て同一方向に配置されており、チャンネル長方向と基材が湾曲している方向とが異なっているため、素子を含む被剥離層が曲がったとしても素子特性への影響を最小限に抑えることができる。即ち、ある方向（ここでは基材が湾曲している方向）への変形に強い半導体装置を提供することも可能となる。

【0010】本明細書で開示する作製方法に関する発明の構成は、基板上に素子を含む被剥離層を形成する工程と、前記素子を含む被剥離層に支持体を接着した後、該支持体を基板から物理的手段により剥離する工程と、前記素子を含む被剥離層に転写体を接着し、前記支持体と前記転写体との間に前記素子を挟む工程とを有する半導体装置の作製方法であって、前記素子は、絶縁膜を間に挟んでゲート電極と重なる半導体層をチャンネルとする薄膜トランジスタであり、前記半導体層を形成する工程は、前記チャンネルのチャンネル長方向と同一方向で走査するレーザー光の照射を行う処理を有することを特徴とする半導体装置の作製方法である。

【0011】ただし、上記構成において、被剥離層の機械的強度が十分である場合には、被剥離層を固定する転写体を貼り合わせなくともよい。

【0012】なお、上記構成において、前記薄膜トランジスタは複数設けられ、且つ、該複数の薄膜トランジスタのチャンネル長方向は全て同一方向に配置されていることを特徴としている。

【0013】また、上記構成において、前記支持体は、凸状または凹状に湾曲した曲面を有し、前記支持体が湾曲している方向と前記チャンネル長方向は異なっていることを特徴としている。また、転写体を貼り付ける場合、支持体の曲面に沿って転写体も凸状または凹状に湾曲した曲面を有する。従って、上記構成において、前記転写体は、凸状または凹状に湾曲した曲面を有し、前記支持体が湾曲している方向と前記チャンネル長方向は異なっていることを特徴としている。

【0014】また、上記構成において、液晶表示装置を形成する場合、前記支持体は対向基板であって、前記素子は画素電極を有しており、該画素電極と、前記対向基板との間には液晶材料が充填されていることを特徴としている。

【0015】また、上記構成において、OLEDを有する発光装置を形成する場合、前記支持体は封止材であって、前記素子は発光素子であることを特徴としている。

【0016】また、上記構成において、剥離方法としては、特に限定されず、被剥離層と基板との間に分離層を設け、該分離層を薬液（エッチャント）で除去して被剥離層と基板とを分離する方法や、被剥離層と基板との間に非晶質シリコン（またはポリシリコン）からなる分離

層を設け、基板を通過させてレーザー光を照射して非晶質シリコンに含まれる水素を放出させることにより、空隙を生じさせて被剥離層と基板を分離させる方法などを用いることが可能である。なお、レーザー光を用いて剥離する場合においては、剥離前に水素が放出しないように熱処理温度を410℃以下として被剥離層に含まれる素子を形成することが望ましい。

【0017】また、他の剥離方法として、2層間の膜応力を利用して剥離を行う剥離方法を用いてもよい。この剥離方法は、基板上に設けた金属層、好ましくは窒化金属層を設け、さらに前記窒化金属層に接して酸化層を設け、該酸化層の上に素子を形成し、成膜処理または500℃以上の熱処理を行っても、膜剥がれ（ピーリング）が生じずに、物理的手段で容易に酸化層の層内または界面において、きれいに分離できるものである。さらに剥離を助長させるため、前記物理的手段により剥離する前に、加熱処理またはレーザー光の照射を行う処理を行ってもよい。

【0018】以上に示した本発明の作製方法により得られる半導体装置は様々な特徴を有している。

【0019】本明細書で開示する発明の構成1は、凸状または凹状に湾曲した曲面を有する基材上に、複数の薄膜トランジスタが設けられ、該複数の薄膜トランジスタのチャンネル長方向は全て同一方向に配置され、且つ、前記チャンネル長方向は、前記基材の湾曲している方向とは異なっていることを特徴とする半導体装置である。

【0020】また、本発明は、画素部と駆動回路とにそれぞれ異なる薄膜トランジスタを形成した場合においても適用することができ、他の発明の構成2は、凸状または凹状に湾曲した曲面を有する基材上に、画素部と駆動回路部が設けられ、前記画素部に設けられた薄膜トランジスタのチャンネル長方向と、前記駆動回路部に設けられた薄膜トランジスタのチャンネル長方向は同一方向に配置され、且つ、前記チャンネル長方向は、前記基材の湾曲している方向とは異なっていることを特徴とする半導体装置である。なお、パターンのデザインルールは5〜20μm程度であり、駆動回路及び画素部にそれぞれ10<sup>6</sup>〜10<sup>7</sup>個程度のTFTが基板上に作り込まれている。

【0021】また、上記各構成において、前記チャンネル長方向は、前記薄膜トランジスタの半導体層に照射されたレーザー光の走査方向と同一方向であることを特徴としている。基板上にレーザーアニールにより結晶化させた半導体膜で薄膜トランジスタのチャンネルを形成する場合、結晶の成長方向とキャリアの移動方向とを揃えると高い電界効果移動度を得ることができる。即ち、結晶成長方向とチャンネル長方向とを一致させることで電界効果移動度が実質的に高くすることができる。連続発振するレーザービームを非単結晶半導体膜に照射して結晶化させる場合には、固液界面が保持され、レーザービームの走査方向に連続的な結晶成長を行わせることが可能であ

る。レーザー光としては、エキシマレーザー等の気体レーザーや、YAGレーザーなどの固体レーザーや、半導体レーザーを用いればよい。また、レーザー発振の形態は、連続発振、パルス発振のいずれでもよく、レーザービームの形状も線状または矩形でもよい。

【0022】また、上記各構成において、前記湾曲している方向と前記チャンネル長方向は直交していることを特徴としている。即ち、チャンネル長方向は直交する方向とはチャンネル幅方向であり、他の発明の構成3は、凸状または凹状に湾曲した曲面を有する基材上に、複数の薄膜トランジスタが設けられ、該複数の薄膜トランジスタのチャンネル幅方向は全て同一方向に配置され、且つ、前記チャンネル幅方向は、前記基材の湾曲している方向と同一方向であることを特徴とする半導体装置である。

【0023】なお、上記構成3においては、前記チャンネル幅方向は、前記薄膜トランジスタの半導体層に照射されたレーザー光の走査方向と直交することになる。

【0024】また、曲面を有する基材は、凸状または凹状に湾曲しているが、ある一方向に湾曲している場合、曲率を持つ方向と曲率を持たない方向とを有する曲面を有しているとも言える。従って、他の発明の構成4は、曲率を持つ方向と曲率を持たない方向とを有する曲面を備えた基材表面上に設けられた複数の薄膜トランジスタのチャンネル長方向は全て同一方向に配置され、且つ、前記チャンネル長方向と曲率を持たない方向とが同一方向であることを特徴とする半導体装置である。

【0025】なお、上記構成4において、前記チャンネル長方向は、前記薄膜トランジスタの半導体層に照射されたレーザー光の走査方向と同一方向であることを特徴としている。

【0026】また、本発明は、フレキシブルなフィルム（湾曲することが可能なフィルム）、好ましくは、一方向に湾曲するフィルムに被剥離層を貼り付ける場合にも適用できる。なお、このフレキシブルフィルムは通常の状態では湾曲しておらず、なんらかの外部の力によって、ある方向に曲げられるものとしている。他の発明の構成5は、凸状または凹状に湾曲することが可能な基材上に、複数の薄膜トランジスタが設けられ、該複数の薄膜トランジスタのチャンネル長方向は全て同一方向に配置され、且つ、前記基材が湾曲する方向は、前記チャンネル長方向と異なっていることを特徴とする半導体装置である。

【0027】なお、上記構成5において、前記チャンネル長方向は、前記薄膜トランジスタの半導体層に照射されたレーザー光の走査方向と同一方向であることを特徴としている。また、上記構成5において、前記湾曲する方向と前記チャンネル長方向は直交している、即ち、前記湾曲する方向とチャンネル幅方向は同一方向である。

【0028】なお、本明細書中において、転写体とは、剥離された後、被剥離層と接着させるものであり、曲面

を有していれば、特に限定されず、プラスチック、ガラス、金属、セラミックス等、いかなる組成の基材でもよい。また、本明細書中において、支持体とは、物理的手段により剥離する際に被剥離層と接着するためのものであり、特に限定されず、プラスチック、ガラス、金属、セラミックス等、いかなる組成の基材でもよい。また、転写体の形状および支持体の形状も特に限定されず、平面を有するもの、曲面を有するもの、可曲性を有するもの、フィルム状のものであってもよい。また、軽量化を最優先するのであれば、フィルム状のプラスチック基板、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリカーボネート（PC）、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリスルホン（PSF）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリアリレート（PAR）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）などのプラスチック基板が好ましい。

#### 【0029】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態について、以下に説明する。

【0030】以下に本発明を用いた代表的な作製手順を簡略に図1、図2を用いて示す。

【0031】図1（A）中、10は基板、11aは被剥離層、12は剥離層に設けられた画素部、13aは画素部に設けられた半導体層、13bは半導体層13aのチャネル長方向、14aはレーザー光の照射領域、14bはレーザー光の照射方向をそれぞれ指している。

【0032】図1（A）は、被剥離層を完成させる途中の作製工程図であり、半導体層にレーザー光を照射する処理を示す簡略図である。このレーザー光の照射処理によってレーザー結晶化やレーザーアニールを行うことができる。発振はパルス発振、連続発振のいずれの形態でも良いが、半導体膜の溶融状態を保って連続的に結晶成長させるためには、連続発振のモードを選択することが望ましい。

【0033】図1（A）では、被剥離層に含まれる多数の半導体層のチャネル長方向は全て同一方向に配置されている。また、レーザー光の照射方向、即ち走査方向は、チャネル長方向と同一とする。こうすることによって、結晶成長方向とチャネル長方向とを一致させることで電界効果移動度が実質的に高くすることができる。なお、図1（A）では、線状レーザー光を照射した例を示したが、特に限定されない。また、ここでは半導体層をパターニングした後にレーザー光照射を行うが、パターニングする前にレーザー光照射を行ってもよい。

【0034】次いで、電極および配線や絶縁膜等を形成してTFTを代表とする様々な素子（薄膜ダイオード、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子やシリコン抵抗素子など）を形成し、被剥離層11bを完成させた後、基板10から剥離する。

【0035】なお、剥離する方法は、特に限定されないが、ここでは、熱処理温度や基板の種類に制約を受けない剥離方法である、金属層または窒化物層と酸化物層との膜応力を利用した剥離方法を用いる。まず、図1

（A）の状態を得る前に、基板10上に窒化物層または金属層（図示しない）を形成する。窒化物層または金属層として代表的な一例はTi、W、Al、Ta、Mo、Cu、Cr、Nd、Fe、Ni、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Ptから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料からなる単層、またはこれらの積層、或いは、これらの窒化物、例えば、窒化チタン、窒化タングステン、窒化タンタル、窒化モリブデンからなる単層、またはこれらの積層を用いればよい。次いで、窒化物層または金属層上に酸化物層（図示しない）を形成する。酸化物層として代表的な一例は酸化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化金属材料を用いればよい。なお、酸化物層は、スパッタ法、プラズマCVD法、塗布法などのいずれの成膜方法を用いてもよい。この酸化物層の膜応力と、窒化物層または金属層の膜応力とを異ならせることが重要である。各々の膜厚は、1nm～1000nmの範囲で適宜設定し、各々の膜応力を調節すればよい。また、基板と窒化物層または金属層との間に絶縁層や金属層を設け、基板10との密着性を向上させてもよい。次いで、酸化物層上に半導体層を形成し、被剥離層11aを得ればよい。なお、上記剥離方法は、酸化物層の膜応力と、窒化物層または金属層の膜応力が異なっている場合でも、被剥離層の作製工程における熱処理によって膜剥がれなどが生じない。また、上記剥離方法は、酸化物層の膜応力と、窒化物層または金属層の膜応力が異なっているため、比較的小さな力で引き剥がすことができる。また、ここでは、被剥離層11bの機械的強度が十分であると仮定した例を示しているが、被剥離層11bの機械的強度が不十分である場合には、被剥離層11bを固定する支持体（図示しない）を貼りつけた後、剥離することが好ましい。なお、被剥離層11bを引き剥がす際には、被剥離層11bが曲らないようにし、被剥離層にクラックを生じさせないようにすることも重要である。

【0036】こうして、酸化物層上に形成された被剥離層11bを基板10から分離することができる。剥離後の状態を図1（B）に示す。なお、図1（B）に示す段階では半導体層だけでなく、電極や配線などが形成されているが、簡略化のため、ここでは図示しない。

【0037】剥離後の被剥離層11cは、湾曲させることができる。湾曲させた状態を図1（C）に示す。被剥離層11cは方向19に示す方向に湾曲している。なお、曲面を有する転写体（図示しない）に貼り付けることも可能であることは言うまでもない。

【0038】図1（C）中、15は駆動回路（X方向）、16aは駆動回路（X方向）に設けられた半導体

層、16bは半導体層16aのチャンネル長方向、17は駆動回路(Y方向)、18aは駆動回路(Y方向)に設けられた半導体層、18bは半導体層18aのチャンネル長方向をそれぞれ指している。

【0039】以上のように、本発明は、レーザー光の照射方向14bと、被剥離層に設けられた全ての半導体層のチャンネル長方向13b、16b、18bとを同一方向とし、これらの方向と湾曲している方向19とが直交するように設定することが最大の特徴である。

【0040】なお、これらの方向の相互関係をさらに明瞭にするため、一つのTFTに着目した場合を図2に示す。図2では、半導体層20、ゲート電極21、電極(ソース電極またはドレイン電極)22、23を有するTFTが簡略に示してある。なお、このTFTは公知の技術を用いて形成することができ、非晶質構造を有する半導体膜(アモルファスシリコン等)を公知の結晶化技術により結晶構造を有する半導体膜(ポリシリコン等)を形成した後、所望の形状にパターニングを施して半導体層20を形成し、ゲート絶縁膜(図示しない)で覆った後、ゲート絶縁膜を間に挟んで半導体層20と一部重なるようにゲート電極21を形成し、n型またはp型を付与する不純物元素を半導体層の一部に添加してソース領域またはドレイン領域を形成し、ゲート電極を覆う層間絶縁膜(図示しない)を形成し、層間絶縁膜上にソース領域またはドレイン領域に電気的に接続する電極(ソース電極またはドレイン電極)22、23を形成すればよい。

【0041】本発明においては、このTFTを作製する上で、レーザー光の走査方向25が図2に示した方向であるレーザー光を用いる。また、ゲート絶縁膜を間に挟んでゲート電極21と重なる半導体層20の部分はチャンネルとして機能し、チャンネル長方向24は図2に示した方向となる。レーザー光の走査方向25とチャンネル長方向24は同一の方向となる。また、チャンネル長方向24と直交する方向であるチャンネル幅方向は、湾曲している方向26と同一の方向であり、湾曲している方向26は図2に示した方向となる。なお、図2ではトップゲート型TFTを例に示したが、本発明はTFT構造に限定することなく適用することができ、例えばボトムゲート型(逆スタガ型)TFTや順スタガ型TFTに適用することが可能である。

【0042】また、本発明は様々な半導体装置の作製方法に用いることができる。特に、転写体や支持体をプラスチック基板とすることで、軽量化が図れる。

【0043】液晶表示装置を作製する場合は、支持体を対向基板とし、シール材を接着材として用いて支持体を被剥離層に接着すればよい。この場合、被剥離層に設けられた素子は画素電極を有しており、該画素電極と、前記対向基板との間には液晶材料が充填されるようにする。また、液晶表示装置を作製する順序は、特に限定さ

れず、支持体としての対向基板を貼りつけ、液晶を注入した後に基板を剥離して転写体としてのプラスチック基板を貼りつけてもよいし、画素電極を形成した後、基板を剥離し、第1の転写体としてのプラスチック基板を貼り付けた後、第2の転写体としての対向基板を貼りつけてもよい。

【0044】また、OLEDを有する装置として代表される発光装置を作製する場合は、支持体を封止材として、外部から水分や酸素といった有機化合物層の劣化を促す物質が侵入することを防ぐように発光素子を外部から完全に遮断することが好ましい。また、OLEDを有する装置として代表される発光装置を作製する場合は、支持体だけでなく、転写体も同様、十分に外部から水分や酸素といった有機化合物層の劣化を促す物質が侵入することを防ぐことが好ましい。また、発光装置を作製する順序は、特に限定されず、発光素子を形成した後、支持体としてのプラスチック基板を貼りつけ、基板を剥離し、転写体としてのプラスチック基板を貼りつけてもよいし、発光素子を形成した後、基板を剥離して、第1の転写体としてのプラスチック基板を貼り付けた後、第2の転写体としてのプラスチック基板を貼りつけてもよい。また、水分や酸素の透過による劣化を抑えることを重要視するなら、剥離後に被剥離層に接する薄膜を成膜することによって、剥離の際に生じるクラックを修復し、被剥離層に接する薄膜として熱伝導性を有する膜、具体的にはアルミニウムの窒化物またはアルミニウムの窒化酸化物を用いることによって、素子の発熱を拡散させて素子の劣化を抑える効果とともに、転写体、具体的にはプラスチック基板の変形や変質を保護する効果を得ることができる。また、この熱伝導性を有する膜は、外部からの水分や酸素等の不純物の混入を防ぐ効果も有する。

【0045】以上の構成でなる本発明について、以下に示す実施例でもってさらに詳細な説明を行うこととする。

#### 【0046】(実施例)

【実施例1】ここでは、本発明に適したレーザー処理装置の例を示す。

【0047】レーザーアニールによるアモルファスシリコンの結晶化は、熔融-固化の過程を経て成されるが、詳細には結晶核の生成とその核からの結晶成長との段階に分けて考えられている。しかしながら、パルスレーザービームを用いたレーザーアニールは、結晶核の生成位置と生成密度を制御することができず、自然発生するままにまかせている。従って、結晶粒はガラス基板の面内で任意の位置に形成され、そのサイズも0.2~0.5μm程度と小さなものしか得られていない。結晶粒界には多数の欠陥が生成され、それがTFTの電界効果移動度を制限する要因であると考えられている。

【0048】一方、連続発振レーザーを走査して熔融-



固化させながら結晶化する方法は、ゾーンメルティング法に近い方法であると考えられるが、大きなビームサイズが得られず、大面積基板の全面に渡って結晶化を成し遂げるには、かなりの時間を要することは自明であった。

【0049】本実施例では、大面積基板の全面にわたって、TFTを形成する位置に概略合わせてレーザービームを照射して結晶化させ、スループット良く大粒径の結晶半導体膜を形成することができるレーザー処理装置を以下に示す。

【0050】本実施例のレーザー照射装置は、レーザービームを主走査方向に偏向させる第1可動ミラーと、主走査方向に偏向されたレーザービームを受光して、副走査方向に走査する長尺の第2可動ミラーとを備え、第2可動ミラーはその長尺方向の軸を中心とした回転角により、レーザービームを副走査方向に走査して、載置台上の被処理物に当該レーザービームを照射する手段を備えている。

【0051】また、他のレーザー照射装置として、レーザービームを第1主走査方向に偏向させる第1可動ミラーと、第1主走査方向に偏向されたレーザービームを受光して、第1副走査方向に走査する長尺の第2可動ミラーとを備えた第1のレーザービーム走査系と、レーザービームを第2主走査方向に偏向させる第3可動ミラーと、第2主走査方向に偏向されたレーザービームを受光して、第2副走査方向に走査する長尺の第4可動ミラーとを備えた第2のレーザービーム走査系と、第2可動ミラーはその長尺方向の軸を中心とした回転角により、レーザービームを第1副走査方向に走査して、載置台上の被処理物に当該レーザービームを照射する手段と第4可動ミラーはその長尺方向の軸を中心とした回転角により、レーザービームを第2副走査方向に走査して、載置台上の被処理物に当該レーザービームを照射する手段とを備えているレーザー照射装置としてもよい。

【0052】上記構成において、第1及び第2可動ミラーはガルバノミラー又はポリゴンミラーを適用し、レーザービームを供給するレーザーは、固体レーザー、気体レーザーを適用すればよい。

【0053】上記構成において、レーザービームを第1可動ミラーで主走査方向に走査し、第2可動ミラーで副走査方向に走査することにより、被処理物上において任意の位置にレーザービームを照射することが可能となる。また、このようなレーザービーム走査手段を複数設け、二軸方向からレーザービームを被形成面に照射することによりレーザー処理の時間を短縮することができる。

【0054】以下、図面を参照して本実施例のレーザー照射装置を説明する。

【0055】図3は本実施例のレーザー処理装置の望ましい一例を示す。図示したレーザー処理装置は、連続発

振又はパルス発振が可能な固体レーザー101、レーザービームを集光するためのコリメータレンズ又はシリンドリカルレンズなどのレンズ102、レーザービームの光路を変える固定ミラー103、レーザービームを2次元方向に放射状にスキャンするガルバノミラー104、ガルバノミラー104からのレーザービームを受けて載置台106の被照射面にレーザービームを向ける可動ミラー105から成っている。ガルバノミラー104と可動ミラー105の光軸を交差させ、それぞれ図示する $\theta$ 方向にミラーを回転させることにより、載置台106上に置かれた基板107の全面にわたってレーザービームを走査させることができる。可動ミラー105は $\theta$ ミラーとして、光路差を補正して被照射面におけるビーム形状を補正することもできる。

【0056】図3はガルバノミラー104と、可動ミラー105により載置台106上に置かれた基板107の一軸方向にレーザービームを走査する方式である。より好ましい形態としては、図4に示すように、図3の構成に加えて、ハーフミラー108、固定ミラー109、ガルバノミラー110、可能ミラー111を加えて二軸方向(XとY方向)同時にレーザービームを走査しても良い。このような構成にすることにより処理時間を短縮することができる。尚、ガルバノミラー104、110はポリゴンミラーと置き換えても良い。

【0057】レーザーとして好ましいものは固体レーザーであり、YAG、YVO<sub>4</sub>、YLF、YAl<sub>3</sub>O<sub>7</sub>などの結晶にNd、Tm、Hoをドープした結晶を使ったレーザーが適用される。発振波長の基本波はドープする材料によっても異なるが、1 $\mu$ mから2 $\mu$ mの波長で発振する。非単結晶半導体膜の結晶化には、レーザービームを半導体膜で選択的に吸収させるために、当該発振波長の第2高調波～第4高調波を適用するのが好ましい。代表的には、アモルファスシリコンの結晶化に際して、Nd:YAGレーザー(基本波1064nm)の第2高調波(532nm)を用いる。

【0058】その他に、アルゴンレーザー、クリプトンレーザー、エキシマレーザーなどの気体レーザーを適用することもできる。

【0059】また、レーザー光を照射する雰囲気は、酸素を含む雰囲気、窒素を含む雰囲気、不活性雰囲気や、真空のいずれでもよいが、目的に応じて適宜選択すればよい。

【0060】発振はパルス発振、連続発振のいずれの形態でも良いが、半導体膜の溶融状態を保って連続的に結晶成長させるためには、連続発振のモードを選択することが望ましい。

【0061】基板上にレーザーアニールにより結晶化させた半導体膜でTFTを形成する場合、結晶の成長方向とキャリアの移動方向とを揃えると高い電界効果移動度を得ることができる。即ち、結晶成長方向とチャネル長



方向とを一致させることで電界効果移動度が実質的に高くすることができる。

【0062】連続発振するレーザービームを非単結晶半導体膜に照射して結晶化させる場合には、固液界面が保持され、レーザービームの走査方向に連続的な結晶成長を行わせることが可能である。図4で示すように、駆動回路一体型のアクティブマトリクス型液晶表示装置を形成するためのTFT基板（主としてTFTが形成された基板）112では、画素部113の周辺に駆動回路114、115が設けられるが、図4に示すのはそのようなレイアウトを考慮したレーザー照射装置の形態である。前述の如く、二軸方向からレーザービームを入射する構成では、ガルバノミラー104、110及び可動ミラー105、111の組み合わせにより、図中矢印で示すX方向及びY方向にレーザービームを同期又は非同期させて照射することが可能であり、TFTのレイアウトに合わせて、場所を指定してレーザービームを照射することを可能としている。

【0063】図5はTFTが設けられた基板112と、レーザービームの照射方向との関係を詳細に示すものである。基板112には画素部113、駆動回路部114、115が形成される領域を点線で示している。結晶化の段階では、全面に非単結晶半導体膜が形成されているが、TFTを形成するための半導体領域は基板端に形成されたアライメントマーカ等により特定することができる。

【0064】例えば、駆動回路部114は走査線駆動回路を形成する領域であり、その部分拡大図501にはTFTの半導体領域204とレーザービーム201の走査方向を示している。半導体領域204の形状は任意なものを適用することができるが、いずれにしてもチャンネル長方向とレーザービームの走査方向201とを揃えている。また、駆動回路部114と交差する方向に延在する駆動回路部115はデータ線駆動回路を形成する領域であり、半導体領域205の配列と、レーザービーム202の走査方向を一致させる（拡大図502）。また、画素部113も同様であり、拡大図503に示す如く半導体領域206の配列を揃えて、チャンネル長方向にレーザービーム203を走査させる。レーザービームを走査する方向は一方に限定されず、往復走査をしても良い。

【0065】次に、図6を参照して、非単結晶半導体膜の結晶化と、形成された結晶半導体膜を用いてTFTを形成する工程を説明する。図6（1-B）は縦断面図であり、非単結晶半導体膜403がガラス基板401上に形成されている。非単結晶半導体膜403の代表的な一例はアモルファスシリコン膜であり、その他にアモルファスシリコンゲルマニウム膜などを適用することができる。厚さは10～200nmが適用可能であるが、レーザービームの波長及びエネルギー密度によりさらに厚くしても良い。また、ガラス基板401と非単結晶半導体膜

403との間にはブロッキング層402を設け、ガラス基板からアルカリ金属などの不純物が半導体膜中へ拡散しないための手段を施しておくことが望ましい。ブロッキング層402としては、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜などを適用する。

【0066】また、剥離を行うためにブロッキング層402と基板401との間に金属層または窒化金属層と酸化物層の積層409を形成する。金属層または窒化物層としては、Ti、Al、Ta、W、Mo、Cu、Cr、Nd、Fe、Ni、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Ptから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料からなる単層、またはこれらの積層の窒化物、例えば、窒化チタン、窒化タングステン、窒化タンタル、窒化モリブデンからなる単層、またはこれらの積層を用いればよい。ここではスパッタ法で膜厚100nmの窒化チタン膜を用いる。なお、基板と密着性が悪い場合にはバッファ層を設ければよい。タングステン単層や窒化タングステンは密着性がよく好ましい材料の一つである。また、酸化物層としては、酸化シリコン材料または酸化金属材料からなる単層、またはこれらの積層を用いればよい。ここではスパッタ法で膜厚200nmの酸化シリコン膜を用いる。この窒化金属層と酸化物層の結合力は熱処理には強く、膜剥がれ（ピーリングとも呼ばれる）などが生じないが、物理的手段で簡単に酸化物層の層内、あるいは界面において剥離することができる。なお、ここではガラス基板を用いたが、上記剥離法はさまざまな基板を用いることが可能である。基板401は石英基板、セラミック基板、シリコン基板、金属基板またはステンレス基板を用いても良い。

【0067】次いで、レーザービーム400の照射によって結晶化が成され、結晶半導体膜404を形成することができる。レーザービーム400は図6（1-A）に示すように、想定されるTFTの半導体領域405の位置に合わせて走査するものである。ビーム形状は矩形、線形、楕円系など任意なものとすることができる。光学系にて集光したレーザービームは、中央部と端部で必ずしもエネルギー強度が一定ではないので、半導体領域405がビームの端部にかからないようにすることが望ましい。

【0068】レーザービームの走査は一方のみの走査でなく、往復走査をしても良い。その場合には1回の走査毎にレーザーエネルギー密度を変え、段階的に結晶成長をさせることも可能である。また、アモルファスシリコンを結晶化させる場合にしばしば必要となる水素出しの処理を兼ねることも可能であり、最初に低エネルギー密度で走査し、水素を放出した後、エネルギー密度を上げて2回目に走査で結晶化を完遂させても良い。

【0069】このようなレーザービームの照射方法において、連続発振のレーザービームを照射することにより

大粒径の結晶成長を可能とする。勿論、それはレーザービームの走査速度やエネルギー密度等の詳細なパラメータを適宜設定する必要があるが、走査速度を10～80 cm/secとすることによりそれを実現することができる。パルスレーザーを用いた溶融-固化を経た結晶成長速度は1 m/secとも言われているが、それよりも遅い速度でレーザービームを走査して、徐冷することにより固液界面における連続的な結晶成長が可能となり、結晶の大粒径化を実現することができる。

【0070】本実施例のレーザー照射装置は、このような状況において、基板の任意の位置を指定してレーザービーム照射して結晶化することを可能とするものであり、二軸方向からレーザービームを照射することにより、さらにスループットを向上させることができる。

【0071】また、レーザー光を照射することによって、基板との剥離がより小さな力できれいに剥離でき、大きな面積を有する被剥離層を全面に渡って剥離することを可能とする。

【0072】さらに剥離を助長させるため、粒状の酸化物(例えば、ITO(酸化インジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金( $\text{In}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$ )、酸化亜鉛( $\text{ZnO}$ )等)を窒化物層または金属層または窒化金属層と酸化物層との界面に設けてもよい。

【0073】その後、図6(2-A)及び(2-B)に示すように、形成された結晶半導体膜をエッチングして、島状に分割された半導体領域405を形成する。トップゲート型TFETの場合には、半導体領域405上にゲート絶縁膜406、ゲート電極407、一導電型不純物領域408を形成してTFETを形成することができる。その後、公知の技術を用い、必要に応じて配線や層間絶縁膜等を形成して素子を形成すればよい。

【0074】こうしてTFETを有する素子を得たら、実施の形態に従って基板401を剥離する。本実施例では、ブロッキング層402上に形成されたものが実施の形態に示した被剥離層11bに相当する。被剥離層の機械的強度が不十分である場合には、被剥離層を固定する支持体(図示しない)を貼りつけた後、剥離することが好ましい。

【0075】引き剥がすことで簡単に酸化物層上に形成された被剥離層を基板から分離することができる。剥離後の被剥離層は、ある一方向に湾曲させることができる。被剥離層は曲面を有する転写体(図示しない)に貼り付けることも可能であることは言うまでもない。

【0076】本実施例においても、本発明は、レーザー光の照射方向(走査方向)と、被剥離層に設けられた全ての半導体層204～206、および405のチャンネル長方向とを同一方向とし、これらの方向と湾曲している方向とが直交するように設定する。こうすることで曲面を有するディスプレイを実現することができる。

【0077】また、本実施例は、実施の形態と自由に組

み合わせることができる。

【0078】[実施例2] 実施例1ではトップゲート型TFETの例を示したが、ここではボトムゲート型TFETの例を示す。TFETの構造以外は実施例1と同じであるのでここでは省略する。

【0079】図7を参照して、非単結晶半導体膜の結晶化と、形成された結晶半導体膜を用いてTFETを形成する工程を説明する。

【0080】図7(1-B)は縦断面図であり、ゲート電極507がガラス基板上に形成され、ゲート電極を覆うゲート絶縁膜506上に非単結晶半導体膜503が形成されている。非単結晶半導体膜503の代表的な一例はアモルファスシリコン膜であり、その他にアモルファスシリコンゲルマニウム膜などを適用することができる。厚さは10～200 nmが適用可能であるが、レーザービームの波長及びエネルギー密度によりさらに厚くしても良い。また、ガラス基板501とゲート電極との間にはブロッキング層502を設け、ガラス基板からアルカリ金属などの不純物が半導体膜中へ拡散しないための手段を施しておくことが望ましい。ブロッキング層502としては、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜などを適用する。

【0081】また、剥離を行うためにブロッキング層502と基板501との間に金属層または窒化金属層と酸化物層の積層509を形成する。金属層または窒化物層としては、Ti、Al、Ta、W、Mo、Cu、Cr、Nd、Fe、Ni、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Ptから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料からなる単層、またはこれらの積層の窒化物、例えば、窒化チタン、窒化タングステン、窒化タンタル、窒化モリブデンからなる単層、またはこれらの積層を用いればよい。ここではスパッタ法で膜厚100 nmの窒化チタン膜を用いる。なお、基板と密着性が悪い場合にはバッファ層を設ければよい。タングステン単層や窒化タングステンは密着性がよく好ましい材料の一つである。また、酸化物層としては、酸化シリコン材料または酸化金属材料からなる単層、またはこれらの積層を用いればよい。ここではスパッタ法で膜厚200 nmの酸化シリコン膜を用いる。この窒化金属層と酸化物層の結合力は熱処理には強く、膜剥がれ(ピーリングとも呼ばれる)などが生じないが、物理的手段で簡単に酸化物層の層内、あるいは界面において剥離することができる。

【0082】次いで、レーザービーム500の照射によって結晶化が成され、結晶半導体膜504を形成することができる。レーザービームは実施例1に示したレーザー処理装置を用いて得られる。レーザービーム500は図7(1-A)に示すように、想定されるTFETの半導体領域505の位置に合わせて走査するものである。ビーム形状は矩形、線形、楕円系など任意なものとするこ

とができる。光学系にて集光したレーザービームは、中央部と端部で必ずしもエネルギー強度が一定ではないので、半導体領域 505 がビームの端部にかからないようにすることが望ましい。

【0083】レーザービームの走査は一方方向のみの走査でなく、往復走査をしても良い。その場合には 1 回の走査毎にレーザーエネルギー密度を変え、段階的に結晶成長をさせることも可能である。また、アモルファスシリコンを結晶化させる場合にしばしば必要となる水素出しの処理を兼ねることも可能であり、最初に低エネルギー密度で走査し、水素を放出した後、エネルギー密度を上げて 2 回目に走査で結晶化を完遂させても良い。

【0084】このようなレーザービームの照射方法において、連続発振のレーザービームを照射することにより大粒径の結晶成長を可能とする。勿論、それはレーザービームの走査速度やエネルギー密度等の詳細なパラメータを適宜設定する必要があるが、走査速度を 10~80 cm/sec とすることによりそれを実現することができる。パルスレーザーを用いた熔融-固化を経た結晶成長速度は 1 m/sec とも言われているが、それよりも遅い速度でレーザービームを走査して、徐冷することにより固液界面における連続的な結晶成長が可能となり、結晶の大粒径化を実現することができる。

【0085】また、レーザー光を照射することによって、基板との剥離がより小さな力できれいに剥離でき、大きな面積を有する被剥離層を全面に渡って剥離することを可能とする。

【0086】さらに剥離を助長させるため、粒状の酸化物（例えば、ITO（酸化インジウム酸化スズ合金）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（ $\text{In}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$ ）、酸化亜鉛（ $\text{ZnO}$ ）等）を窒化物層または金属層または窒化金属層と酸化物層との界面に設けてもよい。

【0087】その後、図 7（2-A）及び（2-B）に示すように、形成された結晶半導体膜をエッチングして、島状に分割された半導体領域 505 を形成する。ここでは半導体領域 505 上にエッチングストッパーを設け、一導電型不純物領域 508 を形成して TFT を形成することができる。その後、公知の技術を用い、必要に応じて配線や層間絶縁膜等を形成して素子を形成すれば良い。

【0088】こうして TFT を有する素子を得たら、実施の形態に従って基板 501 を剥離する。本実施例では、ブロッキング層 502 上に形成されたものが実施の形態に示した被剥離層 11b に相当する。被剥離層の機械的強度が不十分である場合には、被剥離層を固定する支持体（図示しない）を貼りつけた後、剥離することが好ましい。

【0089】引き剥がすことで簡単に酸化物層上に形成された被剥離層を基板から分離することができる。剥離後の被剥離層は、ある一方方向に湾曲させることができ

る。被剥離層は曲面を有する転写体（図示しない）に貼り付けることも可能であることは言うまでもない。

【0090】本実施例においても、レーザー光の照射方向（走査方向）と、被剥離層に設けられた全ての半導体領域 505 のチャンネル長方向とを同一方向とし、これらの方向と湾曲している方向とが直交するように設定する。こうすることで曲面を有するディスプレイを実現することができる。

【0091】また、本実施例は、実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0092】〔実施例 3〕実施例 1 および実施例 2 においては、剥離法として 2 層間の膜応力（応力歪み）を利用して剥離を行う剥離方法を用いたが、特に限定されず、被剥離層と基板との間に分離層を設け、該分離層を薬液（エッチャント）で除去して被剥離層と基板とを分離する方法や、被剥離層と基板との間に非晶質シリコン（またはポリシリコン）からなる分離層を設け、基板を通過させてレーザー光を照射して非晶質シリコンに含まれる水素を放出させることにより、空隙を生じさせて被剥離層と基板を分離させる方法などを用いることが可能である。

【0093】ここでは分離層として水素を多量に含む非晶質シリコン（またはポリシリコン）を用い、分離層にレーザー光を照射することによって剥離する例を図 8 に示す。

【0094】図 8（A）中、600 は基板、601 は分離層、602 は被剥離層である。

【0095】図 8（A）において、基板 600 は透光性を有する基板、ガラス基板、石英基板などを用いる。

【0096】次いで、分離層 601 を形成する。分離層 601 としてはアモルファスシリコンまたはポリシリコンを用いる。なお、分離層 601 は、スパッタ法、プラズマ CVD 法などの成膜方法を用い、適宜、膜中に多量の水素を含ませるとよい。

【0097】次いで、分離層 601 上に被剥離層 602 を形成する。（図 8（A））被剥離層 602 は、TFT を代表とする様々な素子（薄膜ダイオード、シリコンの PIN 接合からなる光電変換素子やシリコン抵抗素子）を含む層とすればよい。また、基板 600 の耐え得る範囲の熱処理を行うことができる。ただし、分離層 601 は、被剥離層 602 の作製工程における熱処理によって膜剥がれなどが生じないようにする。本実施例のように、レーザー光を用いて剥離する場合においては、剥離前に水素が放出しないように熱処理温度を 410℃ 以下として被剥離層に含まれる素子を形成することが望ましい。

【0098】次いで、基板 600 を通過させ、分離層にレーザー光を照射する。（図 8（B））レーザー光としては、エキシマレーザー等の気体レーザーや、YAG レーザーなどの固体レーザーや、半導体レーザーを用い

ばよい。また、レーザー発振の形態は、連続発振、パルス発振のいずれでもよく、レーザービームの形状も線状または矩形状でもよい。本実施例において、実施例 1 に示したレーザー照射装置を用いる。実施例 1 に示したレーザー照射装置を用いることによって、大面積基板の全面にわたって、スループット良くレーザービームを照射することができる。また、実施例 1 に示したレーザー照射装置は、結晶化や剥離に用いるだけでなく様々なレーザーアニールに用いることができる。

【0099】上記レーザー光の照射によって分離層 601 に含まれる水素を放出させることにより、空隙を生じさせて被剥離層 603 と基板 600 を分離させる。(図 8 (C)) 実施例 1 に示したレーザー照射装置を用いることによって、大きな面積を有する被剥離層を全面に渡って歩留まりよく剥離することが可能となる。

【0100】剥離後の状態を図 8 (D) に示す。また、ここでは、被剥離層 602 の機械的強度が十分であると仮定した例を示しているが、被剥離層 602 の機械的強度が不十分である場合には、被剥離層 602 を固定する支持体(図示しない)を貼りつけた後、剥離することが好ましい。

【0101】また、剥離後の被剥離層は、ある一方方向に湾曲させることができる。被剥離層は曲面を有する転写体(図示しない)に貼り付けることも可能であることは言うまでもない。

【0102】本実施例においても、レーザー光の照射方向(走査方向)と、被剥離層に設けられた全ての半導体層のチャンネル長方向とを同一方向とし、これらの方向と湾曲している方向とが直交するように設定する。こうすることで曲面を有するディスプレイを実現することができ

【0103】また、本実施例は、実施の形態、実施例 1、または実施例 2 と自由に組み合わせることができる。

【0104】なお、本実施例と実施例 1 と組み合わせる場合には、実施例 1 の 409 に代えて本実施例の分離層 601 を用い、裏面からレーザーを照射し、剥離すればよい。

【0105】また、同様に本実施例と実施例 2 と組み合わせる場合には、実施例 2 の 509 に代えて本実施例の分離層 601 を用い、裏面からレーザーを照射し、剥離すればよい。

【0106】

【発明の効果】本発明により、大面積基板の全面にわたって、TFT を形成する半導体領域の位置に合わせてレーザービームを照射して結晶化させ、スループット良く大粒径の結晶半導体膜を形成することができ、しかも TFT の特性を向上させるとともに、曲面を有するディスプレイを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明を示す工程図である。(実施の形態)

【図 2】 本発明における各方向を示す図である。(実施の形態)

【図 3】 レーザー照射装置の一態様を示す配置図である。(実施例 1)

【図 4】 レーザー照射装置の一態様を示す配置図である。(実施例 1)

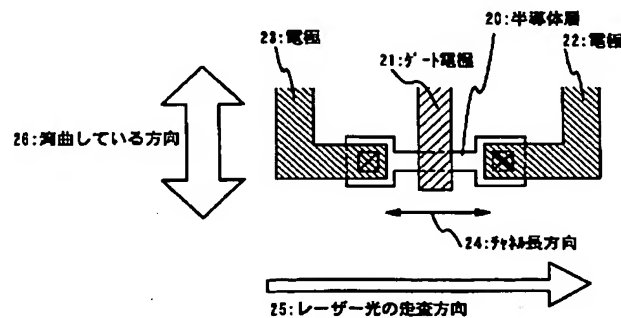
【図 5】 TFT が設けられた基板の構成と、TFT を構成する半導体領域の配置とレーザービームの走査方向の関係を説明する図である。

【図 6】 半導体膜におけるレーザービームの走査方向と、トップゲート型 TFT の作製工程を説明する図である。

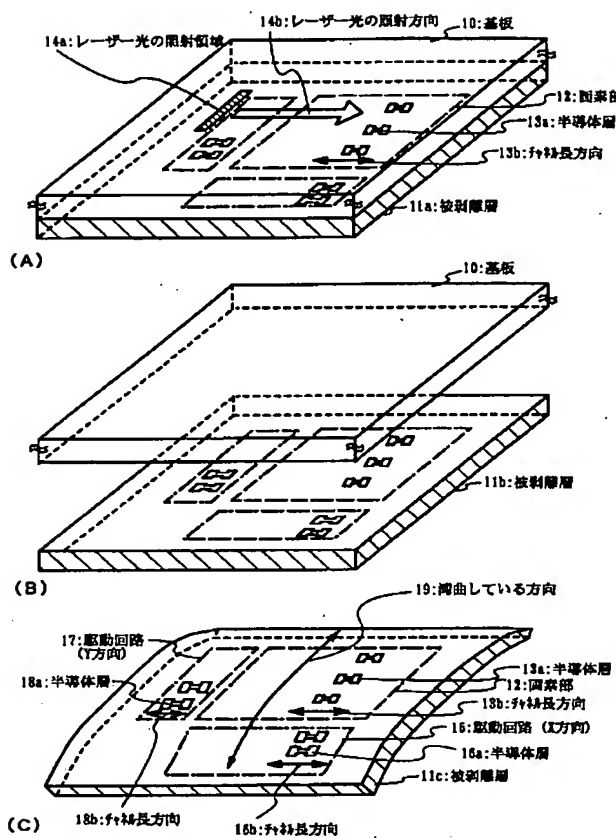
【図 7】 半導体膜におけるレーザービームの走査方向と、ボトムゲート型 TFT の作製工程を説明する図である。

【図 8】 実施例 3 を示す工程図である。

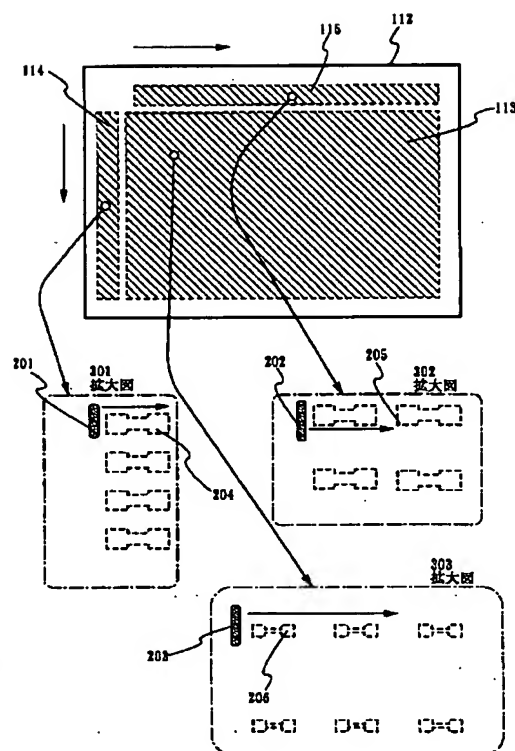
【図 2】



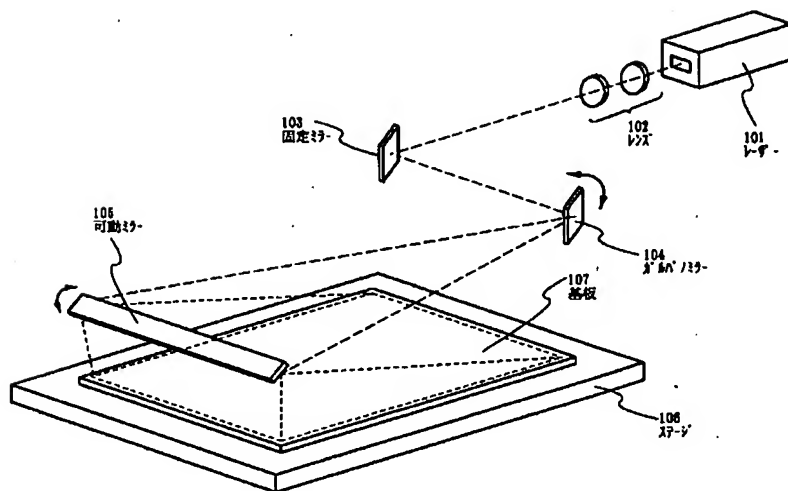
【图 1】



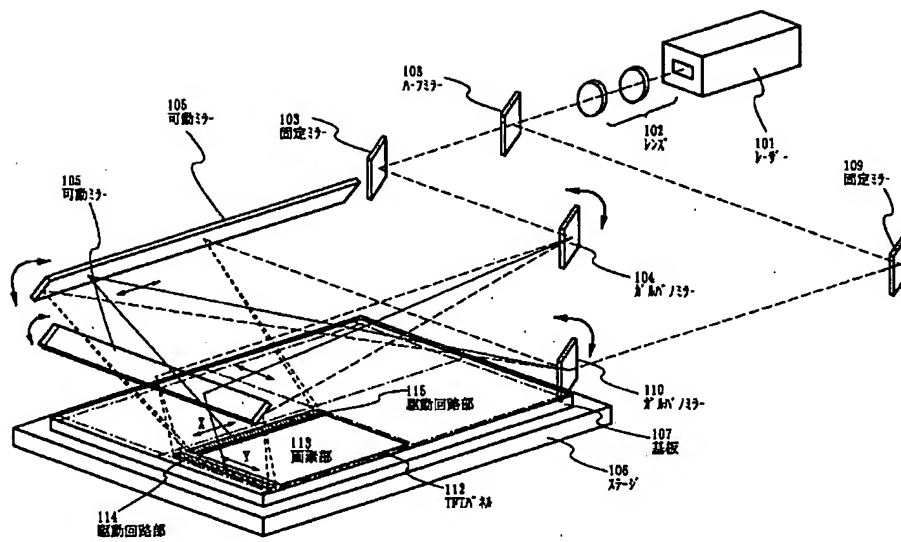
【图 5】



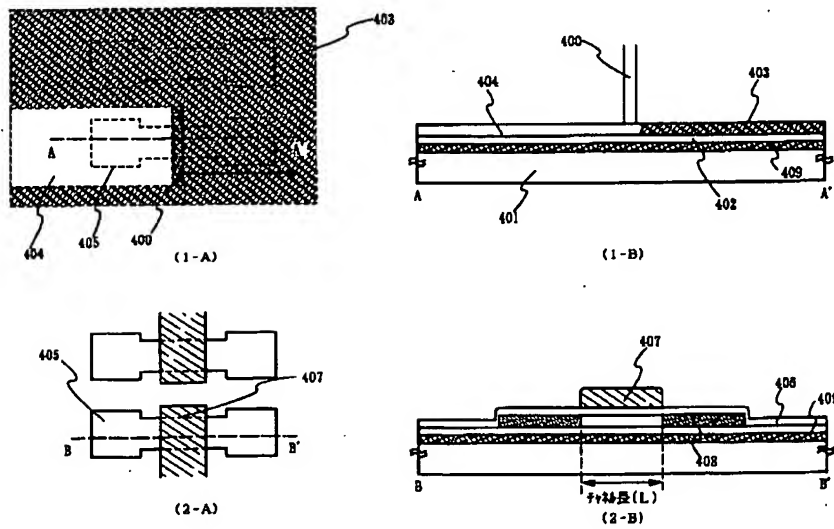
【图 3】



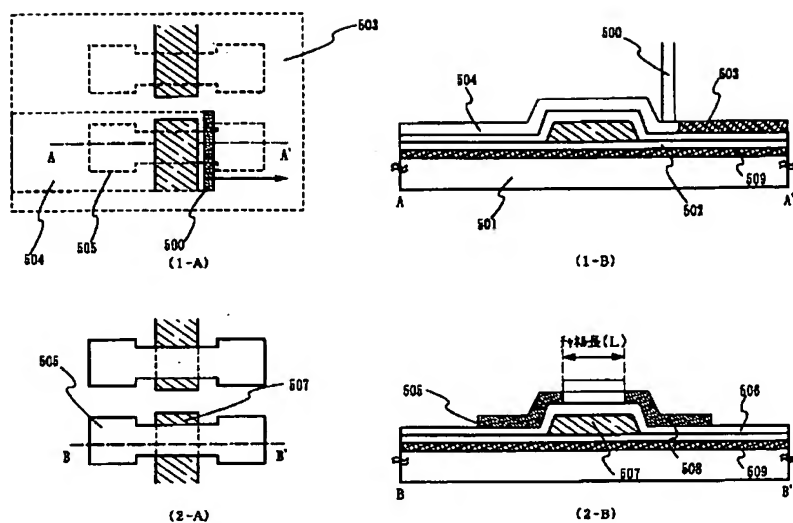
【図 4】



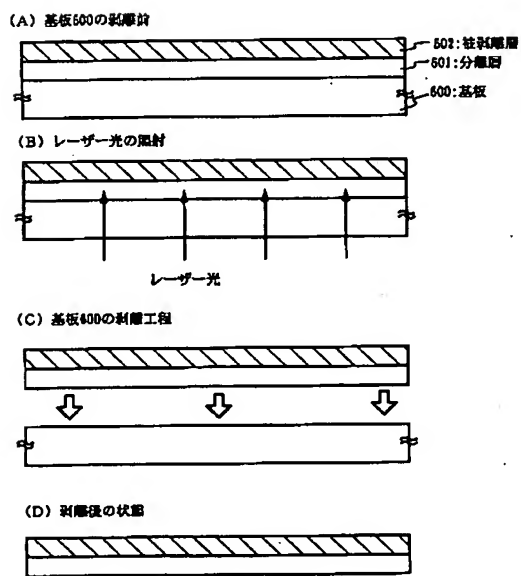
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G 0 9 F 9/30

識別記号

3 3 8

3 6 5

9/35

H 0 1 L 21/20

21/268

27/08

3 3 1

F I

G 0 9 F 9/30

9/35

H 0 1 L 21/20

21/268

27/08

27/12

テーマコード (参考)

3 6 5 Z 5 F 1 1 0

5 G 4 3 5

E

3 3 1 E

B



27/12  
29/786

29/78

6 2 7 D  
6 2 6 C  
6 2 7 C  
6 2 7 G

F ターム(参考) 2H090 JA02 JA13 JB03 JC07 LA04  
2H092 JA24 JA31 MA30 PA01 PA06  
5C094 AA21 AA43 BA03 BA29 BA43  
CA19 DA05 DA09 DA14 DA15  
DB04 EA04 EA07  
5F048 AB10 ACO4 BA16 BB09 BG07  
5F052 AA02 BA07 BB01 BB02 BB07  
CA04 DA01 DA02 JA01  
5F110 AA28 AA30 BB02 CC02 CC05  
CC08 DD01 DD02 DD03 DD05  
DD14 DD15 GG01 GG02 GG13  
GG25 NN16 PP03 PP04 PP05  
PP06 PP07 PP29 PP35 QQ16  
5G435 AA16 AA17 BB05 BB12 EE33  
EE37 GG21 KK05 KK10